

ОКРЕМІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ НАВЧАЛЬНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ «НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА»

*О.В. Лашко, Навчальний центр з неруйнівного контролю “ДП-ТЕСТ”, м. Київ;
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ*

Неруйнівний контроль – розвинена галузь в усьому світі, від США – до Європи, Індії, Африки тощо, яка охоплює та обслуговує машинобудування та металообробку, енергетику, паливну промисловість та інші галузі. Методи неруйнівного контролю широко застосовуються для оцінки якості технічних об’єктів, визначення їх характеристик, дослідження їх структури тощо. Неруйнівний контроль (далі – НК) дає можливість оцінити якість об’єктів без руйнування їх цілісності або без порушення властивостей, які впливають на подальше використання за призначенням. Неруйнівні методи контролю широко застосовують на залізниці, для контролю елементів конструкції літальних апаратів, для відстеження стану мостів, канатних доріг, окремих вузлів машин та ін. Широке застосування неруйнівних методів пов’язане з можливістю їх застосування для перевірки якості продукції, подальше використання якої впливає на життя і безпеку людей. Підготовка фахівців у галузі неруйнівного контролю – відповідальний вид діяльності, до якого висуваються певні встановлені стандартизовані вимоги. Ці вимоги сформульовано як освітніми стандартами України, так і галузевою міжнародною та європейською нормативно-технічною документацією.

В Україні здобуття формальної освіти в галузі неруйнівного контролю на сьогодні передбачено через два типи організацій – освітні заклади (зклади вищої освіти, професійно-технічні навчальні заклади тощо) та учбові центри (NDT personnel training organizations). Проходження навчання у закладі освіти передбачає досягнення здобувачем освіти визначених стандартами освіти результатів навчання відповідного рівня освіти та здобуття кваліфікації, що підтверджується дипломом про освіту або іншого документу. В документі про освіту зазначаються вивчені здобувачем кредитні модулі, їх тривалість та результати атестацій. Навчання неруйнівному контролю у закладах вищої (далі – ЗВО) освіти проводиться за затвердженими освітніми (навчальними) програмами. Вимоги до навчальних програм визначаються вимогами стандартів освіти, виходячи з визначених цілей навчання та компетентностей випускника [1], [2] та ін. Результати навчання описуються складною системою компетентностей, якими повинен володіти випускник, серед яких – практичні навички виконання операцій контролю.

Навчання неруйнівному контролю в учбових центрах, як правило, носить характер підготовки кандидатів до сертифікації на відповідні кваліфікаційні рівні, з відповідних методів НК, у відповідних секторах продукції та промислових секторах, яка в Україні та світі є підтвердженням кваліфікації фахівця. Вимоги до процесу підготовки до сертифікації регламентуються європейськими, міжнародними та іншими нормативними документами [3], [4], [5], а також системами менеджменту якості навчальних центрів відповідно до стандарту ДСТУ ISO 9001 «Системи управління якістю. Вимоги». Після проходження підготовки у навчальному центрі кандидату видається документ, що підтверджує успішне проходження курсів навчання, який, як правило, містить інформацію про назву курсу (відповідно до методів НК), його тривалість, зазначення галузі навчання та ін. Вимоги до програм підготовки до сертифікації у галузі неруйнівного контролю регламентуються міжнародними і регіональними нормативними документами, серед яких найбільш широко

застосовується стандарт ISO/TR 25107 «Non-destructive testing – NDT training syllabuses» [6]. Результати навчання кандидатів оцінюються в процесі атестації, що включає в себе екзамени: теоретичний (перевірка теоретичних знань з методів), спеціальний (перевірка знання нормативної документації) та практичний (вміння проводити операції контролю та звітувати про його результати).

Як показує практичний досвід, більшість випускників ЗВО, що здобули вищу освіту в галузі неруйнівного контролю та працюють за фахом, додатково проходять сертифікацію на відповідні кваліфікаційні рівні з окремих груп методів НК. Така траєкторія професійного розвитку фахівців з НК склалася протягом останніх десятиліть та на сьогодні виправдовує себе. Таким чином, дедалі очевиднішою стає потреба в гармонізації навчальних програм ЗВО, які здійснюють підготовку фахівців в галузі неруйнівного контролю та технічної діагностики, з програмами підготовки до сертифікації з НК.

Рішенням означеної проблеми може стати врахування освітніми закладами при розробці навчальних програм положень стандартів, які визначають вимоги до програм спеціальної підготовки, наприклад, зазначеного вище стандарту ISO/TR 25107. Інтеграція положень стандарту ISO/TR 25107 до навчальних програм з дисциплін дасть можливість, по-перше, наблизити результати навчання з НК у ЗВО до актуальних вимог роботодавців; по-друге, значно спростити для випускників процес підготовки до сертифікації з методів, яка, як правило, є невід’ємною частиною професійного розвитку.



Рисунок 1 - Схема організації формального навчання неруйнівному контролю

Міжнародний стандарт ISO/TR 25107 «Non-destructive testing – NDT training syllabuses» містить рекомендації щодо змісту програм та обсягів підготовки кандидатів у фахівці з неруйнівного контролю з метою подальшої сертифікації на 1-ий, 2-ий та 3-ій кваліфікаційні рівні з радіографічного (RT), ультразвукового (UT), вихрострумового (ET), капілярного (PT), магнітопорошкового (MT), візуального (VT) контролю, інфрачервоної термографії (TT), течошування (LT), контролю методом акустичної емісії (AT) та тензометричним методом (ST), дифракційно-часовим методом (UT-TOFD) та контролю з використанням фазованих решіток (UT-PA) – у відповідності до

стандарту ДСТУ EN ISO 9712 "Неруйнівний контроль – Кваліфікація і сертифікація персоналу з неруйнівного контролю". Документ містить перелік тем і питань, які рекомендовано для вивчення під час проходження кандидатами курсів підготовки, а також рекомендації стосовно тривалості вивчення тих чи інших тем – в залежності від рівня кваліфікації, на який претендує кандидат. Крім того, в стандарті зазначено посилання на основні нормативні документи у галузі неруйнівного контролю, рекомендовані до вивчення. Для кожної групи методів стандартом передбачено загальну структуру курсу з їх вивчення із зазначенням питань, що повинні бути розглянуті. Ця структура включає в себе десять основних положень, які у довільному перекладі з англійської можна сформулювати наступним чином [6, с. 9-102]:

- 1) **Вступ до термінології та історії методів:** для кожної групи методів передбачено короткий огляд основних завдань контролю, термінів та історичних відомостей. В цьому розділі також передбачено короткий огляд ключових стандартів для групи методів, яка вивчається. Для вивчення термінології доцільно використовувати стандарти серії EN 1330 та подібні їм, які включають в себе загальну термінологію неруйнівного контролю та термінологію окремих груп методів.
- 2) **Фізичні основи методів та асоційовані знання:** розділ включає в себе питання щодо математичних та фізичних основ певної групи методів, основних фізичних явищ та процесів, на яких вони базуються, та супутньої теоретичної інформації.
- 3) **Знання продукції, що контролюється, пов'язані з цим можливості контролю та похідні способи контролю:** питання цього розділу спираються на галузь сертифікації, а саме – сектори за типом продукції (литво (c), поковки (f), зварні вироби (w), труби і трубопроводи (t), прокат (wp)), а також – промислові сектори. Вивчення даного розділу програми передбачає огляд основних стандартів у галузі НК за типом продукції, методами НК, способами контролю тощо. В цьому ж розділі рекомендується проводити аналіз можливих дефектів продукції та причин їх виникнення.
- 4) **Обладнання:** розділ включає питання, що стосуються обладнання та зразки (стандартні, калібрувальні та ін.), які використовуються для певної групи методів НК. Розглядаються питання метрологічного забезпечення контролю, якщо це доцільно.
- 5) **Інформація, яку необхідно знати перед тим, як приступити до проведення контролю:** розділ включає питання стосовно підготовки до проведення контролю – визначення матеріалу та врахування геометрії і стану поверхні об'єкта контролю, визначення умов проведення контролю, визначення технік і послідовності операцій, – а також підготовку письмових процедур та інструкцій.
- 6) **Проведення контролю:** практичне виконання процедур контролю вибраними методами і техніками.
- 7) **Аналіз результатів та звітування:** розглядаються питання інтерпретації результатів контролю (виявлення дефектів, визначення їх розташування, геометричних розмірів тощо) та складання протоколу контролю.
- 8) **Оцінка:** питання оцінки відповідності об'єкта контролю вимогам, встановленим нормативною документацією (рівні приймання).
- 9) **Аспекти якості:** розглядаються питання стосовно вимог до персоналу з неруйнівного контролю у відповідності до ДСТУ EN ISO 9712 "Неруйнівний контроль – Кваліфікація і сертифікація персоналу з неруйнівного контролю" та інших систем сертифікації. Також розділ включає в себе питання верифікації обладнання та простежуваності документів.
- 10) **Розробки:** мета вивчення даного розділу – ознайомити кандидата з новітніми промисловими та науковими розробками певної групи методів НК.

Додатково, відповідно до ISO/TR 25107, програми з капілярного та магнітопорошкового контролю повинні містити розділ «Екологічні умови та умови безпеки», що пов’язано з використанням для цих груп методів хімічно активних речовин, які можуть бути небезпечними для здоров’я людини та довкілля. Питання радіаційної безпеки, відповідно до [3] та [6], до програм підготовки фахівців з НК не входять і вивчаються окремо. Проте, рекомендується включати окремим розділом вимоги радіаційної безпеки до програм підготовки здобувачів вищої освіти. Детальний перелік питань до кожного розділу для окремих груп методів НК представлений у зазначеному стандарті [6].

У таблиці 1 наведено перелік шифрів міжнародної (ISO) та європейської (EN) нормативної документації, рекомендованої для включення до програм навчання неруйнівного контролю у закладах вищої освіти. Даний перелік складено на підставі рекомендацій стандарту ISO/TR 25107 з урахуванням досвіду його практичного застосування в процесі підготовки кандидатів до сертифікації.

Таблиця 1 – Перелік шифрів міжнародної та європейської нормативної документації, рекомендованої для включення до програм навчання

Розділи	Шифри нормативних документів
Загальні питання НК	EN ISO 9712, EN 4179, ISO 3999, ISO 5579, ISO 5580, ISO 10675-1, ISO 10675-2, ISO 11699-1, ISO 11699-2, ISO 14096-1, ISO 14096-2, ISO 15708-1, ISO 15708-2, ISO 16371-1, ISO 16526-1, ISO 16526-2, ISO 16526-3, ISO 17635, ISO 17636-1, ISO 17636-2, ISO 19232-1, ISO 19232-2, ISO 19232-3, ISO 19232-4, ISO 19232-5, EN 12543-1, EN 12543-2, EN 12543-3, EN 12543-4, EN 12543-5, EN 12679, EN 12681, EN 13068-1, EN 13068-2, EN 13068-3, EN CR 13935, EN 16016-1, EN 16016-2, EN 16016-3, EN 16016-4, EN 13445-5, EN 13480-5
UT	EN 1330-4, ISO 16809, ISO 16810, ISO 16811, ISO 17640, EN ISO 16827, EN 12680-1, EN 10228-3, EN 10228-4, EN ISO 17635, ISO 17640, ISO 23279, ISO 16823, ISO 16826, ISO 16828, EN ISO 13588, EN ISO 22825, EN ISO 10863, EN ISO 11666, ISO 25902, EN 10308, EN 4050, EN 10307, EN 16729, EN 14127, EN ISO 16831, EN 17635, CEN/TR 15135, EN 12668-1, EN 12668-2, EN 12668-3, ISO 10375, EN ISO 15626, EN ISO 18563-1, EN ISO 18563-2, ISO 18563-3, EN 15317, EN ISO 7963, EN ISO 2400, EN 10160, ISO 18175
RT	EN 12543-1, EN 12543-2, EN 12543-2, EN 12543-3, EN 12543-3, EN 12543-4, EN 12543-4, EN 12543-5, EN 12543-5, EN 12679, EN 12681, EN 12681-1, EN 12681-2, EN 13068-1, EN 13068-2, EN 13068-3, EN 13100-2, EN 16016-1, EN 16016-2, EN 16016-3, EN 16016-4, EN 16407-1, EN 16407-2, EN ISO 10893-6, EN ISO 10893-7, EN ISO 17636-1, EN ISO 17636-2, EN ISO 5579, ISO 10675-1, ISO 11699-1, ISO 11699-2, ISO 12721, ISO 14096-1, ISO 14096-2, ISO 15708-1, ISO 15708-2, ISO 16371-1, ISO 16371-2, ISO 16526-1, ISO 16526-2, ISO 16526-3, ISO 17635, ISO 17636-1, ISO 17636-2, ISO 19232-1, ISO 19232-2, ISO 19232-3, ISO 19232-4, ISO 19232-5, ISO 3999, ISO 4993, ISO 5579, ISO 5580, EN 17635, CEN/TR 15135
ET	EN 1330-5, EN 10246-3, EN 12084, EN 13860-1, EN 13860-2, EN ISO 10893-2, EN ISO 12718, ISO 15549, ISO 15548-1, ISO 15548-2, ISO 15548-3, ISO 17643, EN 17635, CEN/TR 15135

PT	EN ISO 12706, EN ISO 3452-1, EN ISO 3452-2, EN ISO 3452-3, EN ISO 3452-4, EN ISO 3452-5, EN ISO 3452-6, EN 1371-1, EN 1371-2, EN ISO 3059, EN 10228-2, ISO 4987, EN ISO 10893-4, EN ISO 23277, ISO 3058, EN 17635, CEN/TR 15135
MT	EN ISO 12707, EN ISO 9934-1, EN ISO 9934-2, EN ISO 9934-3, EN ISO 3059, EN ISO 17638, EN ISO 23278, EN 10228-1, ISO 4986, EN ISO 10893-5, EN ISO 10893-1, EN 1369, ISO 3058, ISO 11960, EN 17635, CEN/TR 15135
VT	EN 1330-10, ISO 6520-1, ISO 5817, EN 13018, EN ISO 17637, EN 1370, ISO 11971, EN 13927, ISO 3057, ISO 3058, ISO 8785, EN 10163-1, EN 10163-2, EN 10163-3, EN 17635, CEN/TR 15135

Таким чином, вирішенням проблеми неузгодженості програм підготовки фахівців з неруйнівного контролю у ЗВО та програм підготовки кандидатів до сертифікації з НК може стати часткове або повне провадження положень стандарту ISO/TR 25107 «Non-destructive testing – NDT training syllabuses». Врахування положень ISO/TR 25107 як документу, який, разом із стандартом освіти, встановлює вимоги до змісту освітніх програм при підготовці фахівців у галузі неруйнівного контролю і технічної діагностики, дозволить наблизити результати навчання неруйнівному контролю у закладах вищої освіти до вимог потенційних роботодавців та розширити перспективи професійного становлення випускників в процесі працевлаштування за фахом.

Деякі інші аспекти підготовки фахівців у галузі неруйнівного контролю та технічної діагностики розглядаються у [7], [8] та ін.

«Неруйнівний контроль робить важливий внесок у безпеку, економічний та екологічний добробут нашого суспільства» [6, с. 5].

Література

1. Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України // Київ. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-standartu-vishoyi-osviti-za-specialnistyu-151-avtomatizaciya-ta-kompyuterno-integrovani-tehnologiyi-dlya-pershogo-bakalavrskogo-rivnya-vishoyi-osviti>.
2. Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України // Київ. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-standartu-vishoyi-osviti-za-specialnistyu-152-metrologiya-ta-informacijno-vimiryuvalna-tehnika-dlya-pershogo-bakalavrskogo-rivnya-vishoyi-osviti>.
3. ДСТУ EN ISO 9712:2014 «Неруйнівний контроль. Кваліфікація та сертифікація персоналу неруйнівного контролю». // 2016. – 43 с.
4. ДСТУ EN 4179:2017 «Аерокосмічна серія. Кваліфікація і атестація персоналу для неруйнівного контролю». // 2017. – 31 с.
5. SNT-TC-1A «Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing» // The American Society for Nondestructive Testing. – 2011. – 40 p.

6. *ISO/TR 25107:2018 «Non-destructive testing – NDT training syllabuses» // Published in Switzerland. – 2018. – 108 p.*

7. *Лашко О.В. Психолого-педагогічний супровід майбутніх фахівців з неруйнівного контролю в процесі професійної підготовки у вищому навчальному закладі / О.В. Лашко // 8-ма міжнародна н/т конф. Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання, 14-16 листопада 2017. – Івано-Франківськ, 2017. – С. 70-72.*

8. *Лашко О.В. Застосування сучасних методів психолого-педагогічного супроводу в організації навчальних занять для майбутніх інженерів з приладів і систем контролю та діагностики / О.В. Лашко // Матеріали 2-гої науково-технічної конференції з міжнародною участю «Неруйнівний контроль в контексті асоційованого членства України в Європейському Союзі – NDT-UA 2018». – Люблін, Польща: УТ НКТД, 2018. – №2 – С. 27–29.*